

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **56-032814**

(43)Date of publication of application : **02.04.1981**

(51)Int.Cl.

**H03H 7/01**

(21)Application number : **54-109567**

(71)Applicant : **NEC CORP**

(22)Date of filing : **27.08.1979**

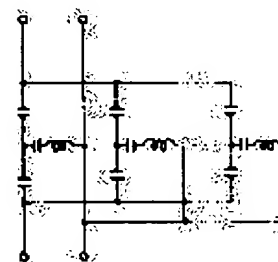
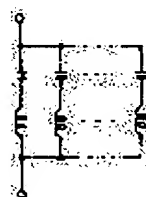
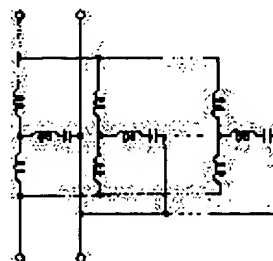
(72)Inventor : **HIBINO MASAO**

## (54) REACTANCE FILTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To form of a three-terminal circuit a reactance filter that has an attenuation pole at neither the origin nor infinity point, by connecting a tertiary low-pass filter, a tertiary high-pass filter and a secondary band-pass filter in parallel.

CONSTITUTION: The secondary band-pass filter is obtained by connecting one coil and one capacitor each in series as shown by A. Then, the tertiary grid type low-pass filter has an input and an output series arm composed of one coil each and parallel arms between both the arms made of a series circuit of one coil and one capacitor each as shown by B. Further, the tertiary grid type high-pass filter has an input and an output series arms composed of one capacitor each and has parallel arms between both the arms made of a series circuit of one capacitor and one coil each as shown by C. To at least two out of those filters, at least the other one filter is connected mutually in parallel.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

**REACTANCE FILTER**

Patent Number: JP56032814  
Publication date: 1981-04-02  
Inventor(s): HIBINO MASAO  
Applicant(s): NEC CORP  
Requested Patent: ☐ JP56032814  
Application Number: JP19790109567 19790827  
Priority Number(s):  
IPC Classification: H03H7/01  
EC Classification:  
Equivalents:

---

**Abstract**

---

**PURPOSE:**To form of a three-terminal circuit a reactance filter that has an attenuation pole at neither the origin nor infinity point, by connecting a tertiary low-pass filter, a tertiary high-pass filter and a secondary band-pass filter in parallel.

**CONSTITUTION:**The secondary band-pass filter is obtained by connecting one coil and one capacitor each in series as shown by A. Then, the tertiary grid type low-pass filter has an input and an output series arm composed of one coil each and parallel arms between both the arms made of a series circuit of one coil and one capacitor each as shown by B. Further, the tertiary grid type high-pass filter has an input and an output series arms composed of one capacitor each and has parallel arms between both the arms made of a series circuit of one capacitor and one coil each as shown by C. To at least two out of those filters, at least the other one filter is connected mutually in parallel.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭56—32814

⑮ Int. Cl.<sup>3</sup>  
H 03 H 7/01

識別記号

庁内整理番号  
7439—5 J

⑬ 公開 昭和56年(1981)4月2日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 6 頁)

⑭ リアクタンスフィルタ

東京都港区芝五丁目33番1号日  
本電気株式会社内

⑯ 特 願 昭54—109567

⑰ 出 願 人 日本電気株式会社

⑱ 出 願 昭54(1979)8月27日

東京都港区芝5丁目33番1号

⑲ 発 明 者 日比野雅夫

⑳ 代 理 人 弁理士 草野卓

明 細 書

1. 発明の名称

リアクタンスフィルタ

2. 特許請求の範囲

(1) 入力、出力の直列路は1個のコイルから成り、その両直列路間の並列路はコイル、コンデンサを各1個直列接続した回路から成る3次の低域通過型フィルタと、入力、出力の直列路は1個のコンデンサから成り、その両直列路間の並列路はコイル、コンデンサを各1個直列接続した回路から成る3次の高域通過型フィルタと、直列路にコイル、コンデンサを各1個直列接続した回路から成る2次の帯域通過型フィルタとの少くとも二つについてそれぞれ少くとも1つが互に並列接続されてなるリアクタンスフィルタ。

3. 発明の詳細な説明

この発明は各種通帯装置に用いられ、コイル、コンデンサから成る三端子リアクタンスフィルタに関する。

周知のように、従来、リアクタンスフィルタは

実現の容易さからアース回路を共通とする三端子の梯子型にて構成されることが多い。しかしながら、三端子の梯子型回路で、トランスなしの正素子にて構成できるためには種々の条件を必要としている。例えば低域通過型フィルタを梯子型で構成するためには、無限遠点に必ずしも被覆極を要し、かつ、周知の選択の条件(参考文献〔1〕)を満足する必要がある。また、高域通過型フィルタの場合も同様に周波数の原点に被覆極を要し、かつ選択の条件を満足しなければならない。帯域通過型フィルタの場合も同様で、原点と無限遠点とに必ずしも被覆極を要し、かつ周知の選択の条件(参考文献〔2〕)を満足する必要がある。

原点にも、無限遠点にも被覆極を有しない帯域阻止フィルタ、あるいは無限遠点に被覆極を有しない低域通過型フィルタを三端子回路で構成するための条件は知られていなかった。そのため帯域阻止フィルタの設計は普通、まず基準の低域通過型フィルタを作っておき、これをリアクタンス周波数変換することによつていた。

( 1 )

( 2 )

このような手法で設計された帯域阻止フィルタの減衰特性は対数周波数軸上の減衰周波数で必ず対称となる。従つて対称ではない減衰規格が与えられると、これは余分な減衰量を有することになる。また、基準の低域通過フィルタの無限遠点の減衰極は、実接された領域の中心周波数で多重極となり、これも余分な減衰量を有することになる。

このように余分な減衰量が存在することは遅延量が多く、群遅延特性が悪化し、更にはコイルのQ特性による通過域の損失特性の劣化を招くことになる。また、余分な減衰量をもっていることから、次数の増加、従つて構成素子数の増加につながる欠点もあった。

低域通過、高域通過、帯域通過の各フィルタの設計においては、必ず原点及び無限遠点に減衰極をもつようにしていた。このため、従来は必ずしも最適な次数を持つフィルタが設計されていなかったわけではない。つまり次数が必要以上に多く、これに伴つて構成素子数も多く、更に無限遠点や

(3)

$B(p)$ 、特性関数を  $\varphi(p)$  とし、

$$B(p) = C \cdot H \frac{g(p)}{f(p)}, \quad \varphi(p) = H \frac{h(p)}{f(p)} \quad (1)$$

とおく、但し、 $C \cdot H$  は共に定数、一般に、

$$f(p) = p^{2N} \prod_{n=1}^N (p^2 + q_n^2) \quad (2)$$

と表わせ、 $q_n$  は極である。この時アドミタンス行列  $Y$  は次のようにかける。 $f(p)$  が偶関数のとき

$$Y = \begin{bmatrix} \frac{g_1(p)}{p u_1(p)} & -\frac{H^{-1} f(p)}{p u_1(p)} \\ -\frac{H^{-1} f(p)}{p u_1(p)} & \frac{g_1(p)}{p u_1(p)} \end{bmatrix} \quad (3)$$

$f(p)$  が奇関数のとき

$$Y = \begin{bmatrix} \frac{p U_1(p)}{g_1(p)} & -\frac{H^{-1} f(p)}{g_1(p)} \\ -\frac{H^{-1} f(p)}{g_1(p)} & \frac{p U_1(p)}{g_1(p)} \end{bmatrix}$$

但し、 $g(p) = G(p) + U(p)$   $G(p)$  は偶部を、 $U(p)$  は奇部

(5)

原点に減衰極があるため遅延量が多かつた。

また、設計の途中で、既設の条件や、既設の条件を満たすフィルタが必ずしも得られず、しばしば正素子で実現できないフィルタの設計となつていた。

この発明の目的は原点及び無限遠点に減衰極を有しない低域通過、高域通過、帯域通過の各リアクタンスフィルタも三端子回路で構成することにある。この発明の他の目的は減衰特性が対数周波数軸上で非対称な帯域阻止リアクタンスフィルタを三端子回路で構成することにある。

構成の骨子はアドミタンス行列の要素である  $Y_{11}$  を和分解し、最終的には並列接続という形で構成する。

次にその構成方法について説明する。

アドミタンス行列  $Y$  を

$$Y = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{12} & Y_{22} \end{bmatrix} \quad \text{とかく。}$$

また、フィルタの動作伝達関数(減衰特性)を

(4)

をそれぞれ示す。

$h(p) = G(p) + U(p)$   $G(p)$  は偶部を、 $U(p)$  はそれぞれ奇部を示す。

$$\begin{aligned} g_1(p) &= C \cdot G(p) + G'(p), & g_2(p) &= C \cdot G(p) - G'(p) \\ p U_1(p) &= C \cdot U(p) + U'(p), & p U_2(p) &= C \cdot U(p) - U'(p) \end{aligned} \quad (4)$$

又、リアクタンスフィルタにおいては

$$(C \cdot H)^2 g(p) \cdot g(-p) = f(p) \cdot f(-p) + H^2 h(p) \cdot h(-p) \quad (5)$$

の関係があることが知られているから、 $g(p)$  の次数は、 $f(p)$  と  $h(p)$  の次数の内の大なる次数と一致する。

(i)  $g(p)$  の次数が  $f(p)$  と一致しているとき、

(a)  $f(p)$  が偶関数のとき

$f(p)$  の次数を  $M$  とすると、(i) の条件から  $g(p)$  の次数も  $M$  であり、従つて  $U(p)$  は  $g(p)$  の奇部(奇数次数部)であるから  $U(p)$  の次数は  $M-1$  である。また  $h(p)$  の次数は(5)式の関係で  $f(p)$  の次数より小さく、 $U'(p)$  は  $h(p)$  の奇部であるから、

(6)

であるから  $U'(p)$  の次数も  $f(p)$  のそれより小さい。  
従つて (4) 式中の  $pU_1(p)$  の式から  $pU_1(p)$  及び  $U(p)$  の  
次数は同一であり、 $pU_1(p)$  の次数も  $M-1$  である。  
従つて (5) 式中の  $y_{12}$  の分子の次数は  $M$ 、分母の  
次数は  $M-1$  である。

(b)  $f(p)$  が奇関数のとき、

$f(p)$  の次数を  $M$ 、 $g(p)$  の次数も (i) の条件から  $M$   
(奇)、 $g_1(p)$  の次数は  $M-1$ 、従つて  $y_{12}$  の分  
子の次数は  $M$ 、分母の次数は  $M-1$  である。

(a)、(b) をまとめて、(i) の場合には  $y_{12}$  の分子の次  
数を  $M$  とすれば、分母の次数は  $M-1$  である。

(ii)  $g(p)$  の次数が  $h(p)$  とそれと一致しているとき、  
この場合は  $f(p)$  の次数は、 $pU_1(p)$  または  $g_1(p)$  の  
次数より少ない。

$y_{12}$  を零点  $r_i$  及び極  $q_i$  の形で記述すると、 $g(p)$   
が偶関数のとき、

$$-y_{12} = \frac{p \prod_{i=1}^M (p^2 + r_i^2)}{A p \prod_{i=1}^M (p^2 + q_i^2)} = \frac{H^{-1} \cdot g(p)}{p U_1(p)} \quad (6)$$

$f(p)$  が奇関数のとき、

(7)

と  $g(p)$  との次数が同一であることであり、(5) 式の  
関係から  $f(p)$  の次数が  $h(p)$  の次数より小なる場合  
であり、従つて (ii) の場合は前述したように  $f(p)$  の  
次数が  $g(p)$  の次数より多く無限遠点に被覆極が存在  
するから考慮の対象外としてよい。結局、(6) 式  
において、分子の次数が  $M$ 、分母の次数が  $M-1$   
の場合、即ち (i) (a) の場合のみ考えればよい。従つ  
て (6) 式において  $k_0 \neq 0$ 、 $k_\infty \neq 0$  であり、この関係  
以外では (6) 式は得られない。

又、 $k_0$ 、 $k_\infty$  は常に正である。というのは (6) 式  
又は (6) 式を  $p$  倍した後  $p$  を零にすれば  $k_0$  が得ら  
れ、同様にしてこの式を  $p$  分の 1 した後  $p$  を無限  
大として  $k_\infty$  が得られ、

$$k_0 = (-y_{12}) \times p \Big|_{p=0} = \frac{\prod_{i=1}^M r_i^2}{A \prod_{i=1}^M q_i} > 0 \text{ であり、}$$

$$k_\infty = (-y_{12}) \times \frac{1}{p} \Big|_{p=\infty} = \frac{\text{分子の次数 } M}{\text{分母の次数 } (M-1)+1} = \frac{1}{A} > 0$$

である。

(9)

$$-y_{12} = \frac{p \prod_{i=1}^M (p^2 + r_i^2)}{A \prod_{i=1}^M (p^2 + q_i^2)} \quad (7)$$

とかける。但し、 $A > 0$  である。

上の 2 つの場合に対して、一般に  $y_{12}$  を部分分数  
展開して

$$-y_{12} = \frac{k_0}{p} + \sum_{i=1}^N \frac{k_i p}{p^2 + q_i^2} + k_\infty p \quad (8)$$

と書くことができる。

こゝで (6) 式のととき、(i) の場合には、 $k_\infty = 0$  であ  
り、(ii) の場合には  $k_0 \neq 0$  かつ  $k_\infty \neq 0$  である。(7) 式  
のときは、(i) の場合は  $k_0 = 0$ 、かつ  $k_\infty \neq 0$  であ  
り、(ii) の場合は  $k_0 = 0$ 、かつ  $k_\infty = 0$  である。

一方、こゝで問題としているのは、原点及び無  
限遠点に被覆極を有しないフィルタである。原点  
に被覆極を有しないときは、 $f(p)$  が  $p=0$  におい  
て零とならない場合、(2) 式より  $\alpha_0 = 0$  の場合であ  
り、従つて  $f(p)$  は偶関数としてよい。

無限遠点に被覆極を有しないときは (i) 式で  $f(p)$

(8)

一方、(8) 式において  $k_i$  の符号は正、負いずれか  
になる。 $k_i > 0$  のものの集合を  $A$  とすると、

$$A = \sum \frac{k_i p}{p^2 + q_i^2}$$

$k_i$  が正のもののすべて

となり、これは第 1 図 A に示すようにコイル及び  
コンデンサの各 1 個を直列接続したものを並列接  
続した二次のリアクタンスの並列接続にて構成で  
きる。これは特性的には帯域通過フィルタになる。  
この各構成要素は正素子である。

$k_i < 0$  のものについて考える。

$$\text{こゝで } k_0 + k_\infty \geq \sum |k_i| + \sum |k_i| / q_i^2 \quad (9)$$

負の  $k_i$  の一部、その他のすべての負の  $k_i$   
という条件を満足しているものとする。

$k_i < 0$  の総個数を  $C$  として、(9) 式の右辺の第 1  
項の個数を  $a$ 、第 2 項の個数を  $b$  とすると、 $C =$   
 $a + b$  である。

こゝで、

(10)

$$k_0 = \sum_i \frac{b_i}{p} k_{0i} \text{ かつ } k_{\infty} = \sum_i \frac{b_i}{p} k_{\infty i}$$

負の  $k_i$  の一部      その他の負の  $k_i$

かつ、(9)式より

$$k_{0i} > |k_i| \text{ かつ } k_{\infty i} > |k_i/q_i^2| \text{ と } k_{0i}, k_{\infty i} \text{ を通べる。}$$

こゝで、

$$B = \frac{k_0}{p} + \sum_i \frac{b_i}{p} \frac{k_i p}{p^2 + q_i^2} = \sum_i \left( \frac{k_{0i}}{p} + \frac{k_i p}{p^2 + q_i^2} \right) \quad (10)$$

負の  $k_i$  の一部      負の  $k_i$  の一部

$$C = k_{\infty} p + \sum_i \frac{b_i}{p} \frac{k_i p}{p^2 + q_i^2} = \sum_i \left( k_{\infty i} p + \frac{k_i p}{p^2 + q_i^2} \right) \quad (11)$$

その他の負の  $k_i$       その他の負の  $k_i$

とかけ、

(10)式において、

$$\frac{k_{0i}}{p} + \frac{k_i p}{p^2 + q_i^2} = \frac{(k_{0i} + k_i)p^2 + k_{0i} q_i^2}{p(p^2 + q_i^2)} \quad (12)$$

とかけ、 $k_i < 0$ であるが  $k_{0i} > |k_i|$ であつたから

(11)

となり、Bと同様の構成により、これも漸近の必要十分条件を満足する。従つてCは第1図Cに示すように入力、出力の直列回路が各1個のコンデンサよりなり、その両端の間の並列回路がコンデンサ及びコイルの各1つの直列回路からなる3次の梯子型高域フィルタの並列接続にて構成できる。

結局、(8)式の  $y_{12}$ を持つフィルタ、即ち零点及び無限遠点で減衰値を持たない低域通過フィルタ、高域通過フィルタ、帯域通過フィルタは第1図Aに示した2次の帯域通過フィルタの1つ又はその複数個の並列接続にて構成されるAフィルタと、3次の低域フィルタの1つ又はその複数個の並列接続にて構成されるBフィルタと、3次の高域フィルタの1つ又はその複数個の並列接続にて構成されるCフィルタとの少くとも二つを並列接続して構成される。また帯域阻止フィルタも低域通過フィルタをリアクタンス周波数変換して設計するものではなく、与えられた伝達関数を先に述べたように部分分数に分解して直接的に求めるものであるから、減衰特性が対数周波数軸上で非対称の

(13)

特開昭56-32814(4)

$k_{0i} + k_i > 0$ 、かつ  $k_{0i} q_i^2 > 0$ であり、従つて(12)式の零点は虚軸上にある。

また、その零点の大きさを  $q_i$  と比較すると、

$$\frac{k_{0i} q_i^2}{k_{0i} + k_i} - q_i^2 = \frac{-k_i q_i^2}{k_{0i} + k_i} > 0 \quad (13)$$

となり、零点の方がその値よりも大きい。

これは低域フィルタが梯子型で構成できるための漸近の必要十分条件(文献[1])を満足している。このことは(10)式のすべての  $i$  について、皆えることであり、従つてBは第1図Bに示すように入力、出力の直列回路が各1つのコイルからなりこの両端の間の並列回路がコイル及びコンデンサの各1つの直列回路からなる3次の梯子型低域フィルタの並列接続にて構成できる。

一方、(11)式についても  $p \rightarrow \frac{1}{p}$  とおくと、

$$C' = \sum_i \left( \frac{k_{\infty i}}{p} + \frac{(k_i/q_i^2)p}{p^2 + 1/q_i^2} \right) \quad (14)$$

その他の負の  $k_i$

(12)

ものでもリアクタンスフィルタとして同様にAフィルタ、Bフィルタ、Cフィルタの少くとも二つの並列接続で構成することができる。

設計例1は以上述べたこの発明によるフィルタとして次数が12次の帯域阻止フィルタの設計例を示す。

$$-y_{12} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{b_i}{p} (p^2 + r_i^2)}{A p \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{p} (p^2 + q_i^2)}$$

$$= \frac{k_0}{p} + \sum_{i=1}^n \frac{k_i p}{p^2 + q_i^2} + k_{\infty} p$$

$r_1^2$	0.415907	A	1.699730	$k_0$	0.356321
$r_2^2$	0.527006	$q_1^2$	0.299696	$k_1$	-0.098655
$r_3^2$	0.611123	$q_2^2$	0.354565	$k_2$	0.024646
$r_4^2$	0.725299	$q_3^2$	0.945084	$k_3$	-0.030215
$r_5^2$	0.806308	$q_4^2$	0.960701	$k_4$	0.057644
$r_6^2$	0.909870	$q_5^2$	1.219778	$k_5$	-0.182845
				$k_{\infty}$	0.588328

(14)

この回路は第2図Aに示すようにAフィルタ $A_1$ 、 $A_2$ 、Bフィルタ $B_1$ 、Cフィルタ $C_1$ 、 $C_2$ の並列接続となり、その各素子の定数値を第2図Bに示す。このフィルタの損失特性は第3図に示すように対称周波数軸上非対称のものである。

〔設計例2〕 従来方法による帯域阻止フィルタの設計例による回路を第4図Aに、その各素子の定数値を第4図Bにそれぞれ示し、また損失及び群遅延特性を第5図の突線及び点線でそれぞれ示す。つまり目的とする損失が第5図の突線を領域11としても得られる特性は $\omega_1$ に対し対称特性となり、この斜線領域11と突線による阻止領域と重ならない領域12は不必要に減衰を与えていた。

〔設計例3〕 この発明を適用した6次の帯域阻止フィルタの設計例を示す。与えられた規格は設計例2と同じである。この回路は第6図Aに示すように1個のAフィルタと1個のBフィルタとの並列接続で構成され、その各素子の定数値を第6図Bに示す。また損失及び群遅延特性を第7図

(15)

また、こゝでは論議を容易にするために、 $k_0 \neq 0$ かつ $k_{\infty} \neq 0$ の場合のみを扱ったが、 $k_0 = 0$ でも、 $k_{\infty} \neq 0$ ならよく、あるいは $k_{\infty} = 0$ でも $k_0 \neq 0$ ならよく、(9)式の条件さえ満足していれば、この発明によるフィルタを構成できる。

#### 参考文献

〔1〕藤沢：「並列端または並列端低域波導子回路が相互誘導を用いないで構成されるための必要十分条件」電気通信学会誌、37、341～343PP (1954年5月)

〔2〕飯部：「帯域波導子回路の構成について」電気通信学会誌、40、1108～1114PP (1957年10月)

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明によるフィルタの構成要素を示す接続図、第2図Aはこの発明を適用した12次の帯域阻止フィルタを示す回路図、第2図Bはその定数値を示す図、第3図は第2図に示したフィルタの損失特性を示す図、第4図Aは従来の帯域阻止フィルタを示す回路図、第4図Bはその定

(17)

に突線及び点線でそれぞれ示す。突線の阻止領域は目的とする斜線領域11とよく一致したものが得られる。

第4図と第6図とを比較すれば明らかな如く、従来のフィルタは10個の素子を要したものが、この発明を適用したフィルタは8個の素子で済む。また第5図及び第7図を比較すれば明らかな如く、その群遅延特性は従来のフィルタでは約3秒であつたものが、この発明を適用したフィルタによると、約2秒に減少している。

以上いずれの点においても、この発明によるフィルタが優れていることがわかる。また帯域阻止フィルタのみならず、低域通過フィルタ、高域通過フィルタ、帯域通過フィルタについてもこの発明を適用することにより零点、無限遠点で減衰極がないようにすることができ、従つて例えば低域通過フィルタにおいて、或る周波数以上の減衰減衰極による場合よりも小さくすることができ遅延量を小さくでき、かつ減衰極が少ないだけ構成素子数も減少できる。

(16)

数値を示す図、第5図は第4図に示したフィルタの損失及び群遅延特性を示す図、第6図Aはこの発明を適用した6次の帯域阻止フィルタを示す回路図、第6図Bは第6図Aの定数値を示す図、第7図は第6図に示したフィルタの損失及び群遅延特性を示す図である。

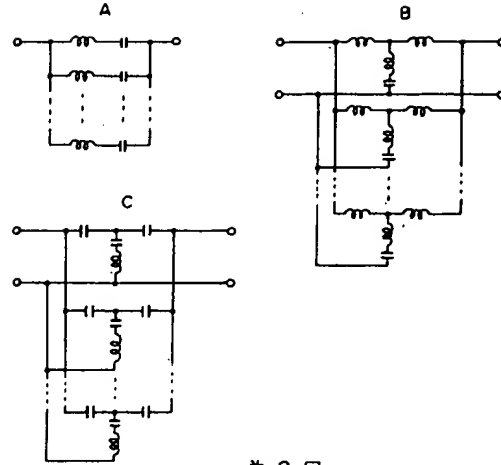
特許出願人 日本電気株式会社

代理人 草野 卓

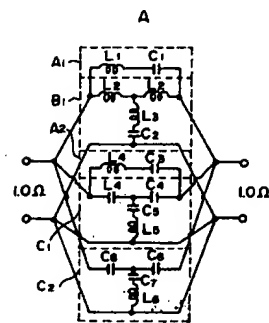
(18)



为1图



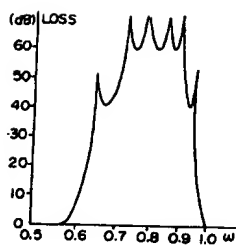
为2图



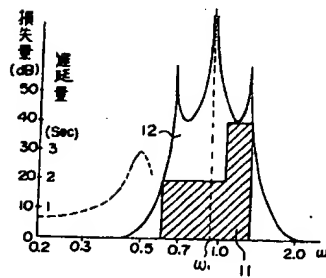
B

L1	40.5740(H)
L2	1.4032
L3	1.8324
L4	7.3476
L5	8.2738
L6	1.3672
C1	0.0695(F)
C2	1.3167
C3	0.0600
C4	0.3766
C5	0.1540
C6	0.8000
C7	0.9589

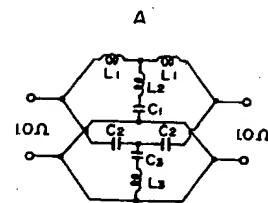
为3图



为5图



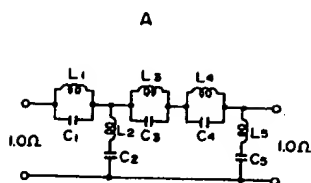
为6图



B

L1	1.5237(H)
L2	1.9444
L3	0.6854
C1	1.4536(F)
C2	0.6834
C3	0.6888

为4图



B

L1	1.4662(H)
L2	0.4869
L3	1.3974
L4	0.7418
L5	0.9016
C1	0.7774(F)
C2	2.3411
C3	1.5366
C4	0.8157
C5	1.2643

为7图

